

Н.А. АВАКЯН, А.В. АМЯН

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ БИСМУТА ИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Целью исследования является изучение технологии электрохимического получения бисмута из производственных отходов меди и свинца. Выбраны состав электролита и номинальный режим электролиза. Определены степень чистоты полученного бисмута и возможности его практического применения.

**Ключевые слова:** отход, анодный шлам, катод, электролиз, нерастворимый анод, потенциал, поляризация.

N.A. AVAGYAN, A.V. AMYAN

## ELECTROCHEMICAL RECEIPT OF BISMUTH FROM PRODUCTION WASTES OF NON-FERROUS METALS

The aim of the investigation is to study the technology of electrochemical production of bismuth from industrial wastes of copper and lead. The electrolyte composition and the optimal parameters of the electrolysis regime are selected. The degree of purity of the obtained bismuth and the areas of practical application are determined.

**Keywords:** waste, anode slime, electrolysis, insoluble anode, cathode, potential, polarization.

ՀՏԴ 502/504.556.000

## Հ.Հ. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ, Հ.Ա. ՄԻՄՈՆՅԱՆ, Մ.Զ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Վ.Ա. ԴԱՎԹՅԱՆ ՖՈՍՖՈՐՈՐԳԱՆԱԿԱՆ ՄՆԱՑՈՒԿՆԵՐԻ ԶՐԱՅԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻՑ ՀԵՌԱՑՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՈՒՄՆ ՈՒ ՕՊՏԻՄԱԼԱՑՈՒՄԸ

Աշխատանքի նպատակն է մոդելավորել և օպտիմալացնել հոսքաջրերից ֆոսֆորոզանական թունավոր նյութերի մաքրումը՝ մալաթիոնի օրինակով: Նախկինում հաստատվել է, որ ֆոսֆորոզանական թունավոր նյութեր պարունակող հոսքաջրերի մաքրման առավել հարմար մեթոդը դրանց կլանումն է սորբենտներով՝ ադսորբումը: Այդ գործընթացի իրականացման համար օգտագործվում են բնական ցեոլիտներ և ակտիվացված ածուխներ: Մալաթիոնի կլանման գործընթացի համար իրականացվել է տեխնոլոգիական սխեմայի նկարագիր:

**Առանցքային բառեր.** մոդելավորում, օպտիմալացում, հոսքաջրեր, ֆոսֆորոզանական թունավոր նյութեր, մալաթիոն, ադսորբում, բնական ցեոլիտ, տեխնոլոգիական սխեմա:

Ֆոսֆորոզանական միացությունները (ՖՕՄ-երը), բարձր թունավորության, էկոհամակարգում շարժունակության և բացառիկ կենսաֆիզիոլոգիական ակտիվության հատկությունների շնորհիվ օգտագործվում են որպես պեստիցիդներ:

Նախկինում հաստատվել է, որ ֆոսֆորօրգանական նյութեր պարունակող հոսքաջրերի մաքրման առավել հարմար մեթոդը ադսորբումն է: Այդ գործընթացի իրականացման համար օգտագործվում են բնական ցեոլիտներ և ակտիվացված ածուխներ: Հաստատվել է նաև 3-5 մմ մանրացված կլանիչների կիրառման արդյունավետությունը [1]:

Սույն աշխատանքի նպատակն է մոդելավորել և օպտիմալացնել հոսքաջրերից ֆոսֆորօրգանական թունավոր նյութերից, օրինակ՝ մալաթիոնից մաքրումը:

**Նյութերը և հետազոտման մեթոդները.** Նախկինում արդեն առաջարկվել է ջրային լուծույթներից օրգանական նյութերի մաքրման համար (օրինակ, ֆենոլից և անիլինից [1,4]) տեխնոլոգիական սարքավորումների կիրառման ամենապարզ տարբերակը: Օգտագործվում են սարքավորումների բլոկ և խառնիչ, որում մաքրող կլանիչը (բնական ցեոլիտ կամ ակտիվացված ածուխ) խառնում ենք մաքրվող ջրին և թափահարում մինչև կլանման հավասարակշռության հասնելը: Այնուհետև օգտագործված կլանիչն առանձնացվում է ջրից՝ ֆիլտրմամբ:

Այս եղանակով իրականացվել են մոդելավորման և օպտիմալացման այնպիսի տեխնոլոգիաներ, որոնցով հոսքաջրերը մաքրվում են մալաթիոնից:

**Արդյունքների քննարկում.** Հաշվարկվում է ադսորբենտի ծախսը [2, 3]: Ստորև բերված հավասարումը վերաբերում է մաքրվող ջրի քանակին ( $m$ ), որը ներկայացված է հետևյալ բանաձևում.

$$m=(C_0-C_K)/a_k$$

որտեղ  $C_0$  և  $C_K$  –ն սկզբնական և վերջնական կոնցենտրացիաներն են,  $a_k$  –ն՝ կլանման աստիճանը,  $C_K$  –ն՝ հավասարակշռության գործակիցը: Հաշվի է առնվում այն հանգամանքը, որ  $C_K$  – ն ջրերի մաքրման փակ համակարգում սովորաբար չի գերազանցում 0,1 մմոլ/լ-ից:

Եթե հաշվի առնվի նաև այն հանգամանքը, որ ջրերում գտնվող նյութի ցածր կոնցենտրացիաները առավել նպատակահարմար են կլանման գործընթացի հավասարակշռության համար, ապա հավասարումն ընդունում է հետևյալ տեսքը՝

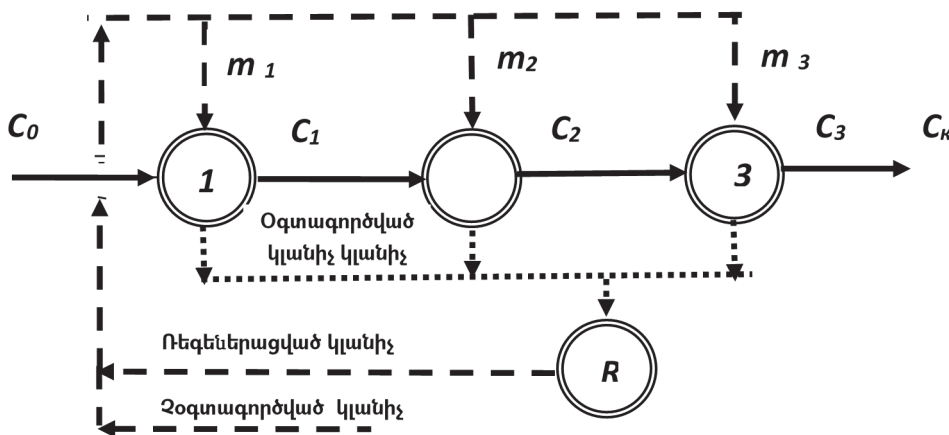
$$m=(C_0-C_K)/a_k=(C_0-C_K)/\exp\{lna_s-(RT/E)^2 \cdot [ln(C_s/C_k)^2]\},$$

որտեղ մալաթիոնի կոնցենտրացիայի նվազեցումը տեղի է ունենում ջրերի շրջանառության փակ համակարգում: Ընդ որում, կլանիչի (ադսորբենտի) պայմանական ծախսը ( $m$ ), օրինակ, բնական ցեոլիտների դեպքում կազմում է 2,27 կգ/լ,

իսկ խաղողի կորիզներից պատրաստված ակտիվացված ածուխների դեպքում՝ 0,91 կգ/լ:

Ադսորբենտի ծախսը զգալիորեն իջնում է, երբ կիրառվում է սարքավորումների օգտագործման այլ սխեմա՝ խաչաձև-աստիճանական:

Խաչաձև-աստիճանական սխեմայով նյութերի ադսորբման դեպքում (նկ. 1) կլանվող նյութի կոնցենտրացիայի նվազեցումը  $C_0$ -ից մինչև  $C_k$  կատարվում է մի քանի աստիճանով, որը նվազում է աստիճաններով անցնելիս:



Նկ. 1. Խաչաձև-աստիճանական ջրամաքրման սխեման.  
1 - 3- խառնիչներ, R- կլանիչի վերականգնման բաժին

Տեխնոլոգիական սխեմայի նպատակն է իրականացնել յուրաքանչյուր աստիճանի համար արդյունավետ կլանում՝ կիրառելով կլանիչի հավասար չափաբաժիններ ( $m_1=m_2=m_3=m$ ): Այնուհետև հաշվարկվել է գործընթացի մաթեմատիկական մոդել՝ մալաթիոնի եռաստիճանային կլանման համար, օրինակ՝ ակտիվացված ածուխներով:

Հայտնի է, որ հակադիր հոսքով սխեման օգտագործվում է բարձր արտադրողականությամբ սարքավորումներով՝ անընդհատ աշխատանքով [4]:

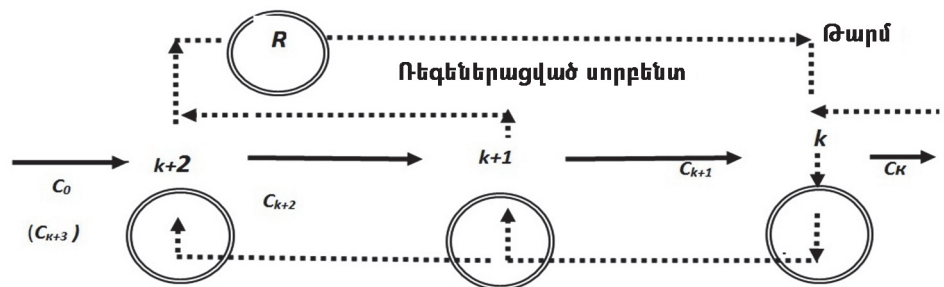
Աղ.1-ում բերված են ցուցանիշներ՝ մալաթիոնից հոսքաջրերի մաքրման հակադիր-աստիճանականի սխեմայի համար, որոնք հաշվարկված են հինգ փորձակումների արդյունքների հիման վրա՝ որպես միջինացված մեծություններ:

Հակադիր-աստիճանական սխեմայով մալաթիոնից հոսքաջրերի մաքրման ցուցանիշները

№/№ Հ/Հ	Գործընթացի տեխնոլոգիական տվյալների անվանումները	Կլանիչ			
		ԱԱ	Ցեոլիտ		
1	Ջրում մալաթիոնի սկզբնական կոնցենտրացիան, $C_0$ , մոլ/մ <sup>3</sup>	10,00	10,00		
2	Ջրում մալաթիոնի վերջնական կոնցենտրացիան, $C_n$ , մոլ/մ <sup>3</sup>	0,23	0,47		
3	Կլանիչի փոխանցումը աստիճանի վրա, $m$ , կգ/ մ <sup>3</sup> ջուր	15,05	22,19		
4	Հաշվարկված մալաթիոնի կոնցենտրացիան աստիճանական կլանման դեպքում, մոլ/մ <sup>3</sup>	1	սկզբնական, $C_0$	10,00	10,00
			վերջնական, $C_1$	4,35	4,50
		2	սկզբնական, $C_1$	4,35	4,50
			վերջնական, $C_2$	1,35	1,80
		3	սկզբնական, $C_2$	1,35	1,80
վերջնական, $C_3$	0,035		0,47		
5	Կլանիչի գումարային ծախսը, $m_z$ , կգ/մ <sup>3</sup> ջուր	61,2	89,5		

Հակադիր-աստիճանական սխեմայով գործընթացը առավել ծանրաբեռնված է սարքավորումներով, իսկ օգտակարությունը աղսորբման ապահովման համար փոքր է:

Հակադիր-աստիճանական սարքավորումներով տեխնոլոգիական սխեման բերված է նկ. 2-ում:



Նկ. 2. Հակադիր-աստիճանական սարքավորումներով տեխնոլոգիական սխեման

Հոսքաջուրը մտնում է խառնիչներ, որտեղ տեղադրված է աղսորբենտը: Յուրաքանչյուր խառնիչում աղսորբման շնորհիվ տեղի է ունենում ֆենոլի կոնցենտրացիայի նվազում:

Համակարգի կիրական արդյունքում, պարբերաբար կրկնելով նկարագրված գործընթացը, ադսորբատը դուրս է գալիս վերջնական փուլ՝ հասնելով բարձր ադսորբման աստիճանի: Մաթեմատիկական գործընթացի նկարագրությունն իրականացվել է քայլային մեթոդով («փուլ առ փուլ»): Աղ. 2-ում բերված են արդյունքներ ֆենոլից ջրի մաքրման տեխնիկական հաշվարկների հիման վրա՝ օգտագործելով բնական ցեոլիտներ և ակտիվացված ածուխներ:

Աղյուսակ 2

Ֆենոլից ջրի մաքրման ցուցանիշները

№№ Հ/Հ	Գործընթացի տեխնոլոգիական տվյալների անվանումները	Կլանիչ	
		ԱԱ	Ցեոլիտ
1	Օգտագործված կլանիչի գործակիցը. ամրություն, փ	0,8	0,80
2	Ջրում սկզբնական կոնցենտրացիան, $C_0$ , մոլ/մ <sup>3</sup>	10,00	10,00
3	Կլանիչի հեռացման ծախսը, m, կգ/մ <sup>3</sup> ջուր	27,00	36,50
4	Ջրում մալաթիոնի վերջնական կոնցենտրացիան, $C_n$ , մոլ/մ <sup>3</sup>	0,03	0,03

Անհրաժեշտ է վերջնական փուլում ջրից մալաթիոնի մաքրումը (10 մոլ/մ<sup>3</sup> ից մինչև 0,03-0,035 մոլ/մ<sup>3</sup>) հասցնել նվազագույնի, այն իրականացնելով քիչ սորբենտի օգտագործմամբ, քան խաչաչաձև-աստիճանական սխեմայում է: Մալաթիոնի վերջնական մաքրման համար անհրաժեշտ է ավելացնել մաքրման փուլերի թիվը:

**Եզրակացություն.** Արդյունավետ է հակադիր-աստիճանական տեխնոլոգիական սխեմայի կիրառումը, քանի որ դրանում, ինչպես մյուս սխեմայում, օգտագործվում են նմանօրինակ սարքավորումներ՝ գործնականորեն պահանջելով նույն ներդրումները և կարգավորման ծախսերը:

Հայտնում ենք մեր շնորհակալությունը պրոֆեսոր Գ.Հ. Թորոսյանին՝ սույն աշխատանքում ցուցաբերած օգնության համար:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Торосян Г.О., Исаков А.А., Оганесян Д.Н.** Сорбенты для тонкой очистки сточных вод от органических загрязнителей// Вестник МАНЕБ (СПб).-2006, -Т.11, №8, вып.2.- С. 58 - 61.
2. **Лаптев А.Г., Сергеева Е.С.** Физическое и математическое моделирование сорбционных свойств торфа для очистки воды от нефтепродуктов // Вода: химия и экология.-2009. -№3. -С. 14-19.

3. **Кафаров В.В., Глебов М.Б.** Математическое моделирование основных процессов химических производств: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1991.- 400с.
4. **Торосян Г.О., Исаков А.А.** Аппаратурно-технологическое оформление адсорбции фенола из водных растворов // Химическая промышленность сегодня.-2010. -№7. -С. 36-42.

**Г.О. АЛЕКСАНИЯН, Г.А. СИМОНЯН, М.З. ПЕТРОСЯН, В.А. ДАВТЯН**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕНИЯ**  
**ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ ИЗ ВОДНОЙ СРЕДЫ**

Целью настоящего исследования является моделирование и оптимизация технологии очистки сточных вод от фосфорорганических пестицидов на примере малатиона. Ранее установлено, что наиболее удобным методом очистки сточных вод от фосфорсодержащих пестицидов является адсорбция. Для осуществления этого процесса применяются природные цеолиты и активированные угли. На примере адсорбции малатиона предложена технологическая схема осуществления процесса.

**Ключевые слова:** моделирование, оптимизация, сточные воды, фосфорорганические токсичные вещества, малатион, адсорбция, природный цеолит, технологическая схема.

**H.H. ALEKSANYAN, H.A. SIMONYAN, M.Z. PETROSYAN,**  
**V.A. DAVTYAN**

**MODELING AND OPTIMIZATION OF THE TECHNOLOGY FOR THE**  
**ORGANOPHOSPHATE RESIDUE REMOVAL FROM AQUEOUS**  
**MEDIUM**

The goal of this paper is to simulate and to optimize the technology for wastewater treatment from organophosphorus pesticides, using the example of malathion. It was established earlier that adsorption is the most suitable method for purification of sewage from phosphorus-containing pesticides. To implement this process, natural zeolites and activated carbons are used. On the example of malathion adsorption, the technological scheme of the process is proposed.

**Keywords:** modeling, optimization, wastewater, phosphorous organic toxic compounds, malathion, adsorption, natural zeolite, technological scheme.